

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-060499

(43)Date of publication of application : 06.03.2001

(51)Int.Cl.

H05H 1/24  
B01J 19/08

(21)Application number : 11-235299

(71)Applicant : PEARL KOGYO KK

(22)Date of filing : 23.08.1999

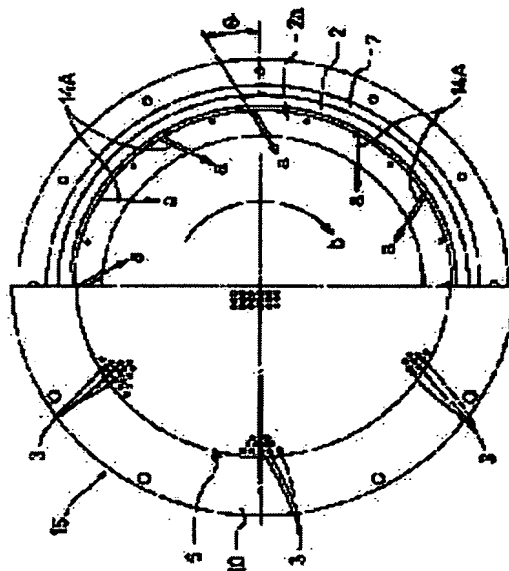
(72)Inventor : SAEKI NOBORU  
GOTO KOJI

## (54) SWIRL-TYPE ATMOSPHERIC PRESSURE PLASMA TREATMENT DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To treat surfaces of a treated object to high quality, with efficiency, with power and gas reduced, with favorable economy, and entirely homogeneously, by effectively utilizing chemically active neutral excitation species to the maximum without causing damage due to ions or electrons.

**SOLUTION:** In this swirl-type atmospheric plasma treatment device, a flat plate-like high-voltage electrode 1 and a ground electrode 6 using punching metal are disposed opposite to each other with an insulator 5 put between them to form a discharge part 4 made up of minute gaps between the two electrodes 1, 6, and a mixed reaction gas is supplied, so as to form a swirl, to the discharge part 4 through a plurality of slit-shaped gas supply ports 14A formed in peripheral parts of the electrodes 1, 6. By generating glow discharge plasma by the application of high-frequency voltage, the mixed reaction gas is excited and decomposed to produce a gas flow including chemically active neutral excitation species, and the gas flow is applied to surfaces of a processed object oppositely disposed outside the discharge part 4 through a multiplicity of gas blow-out holes 3 disposed over the whole surface of the ground electrode 6.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 23.08.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3154058

[Date of registration] 02.02.2001

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

02.02.2005

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-60499

(P2001-60499A)

(43)公開日 平成13年3月6日(2001.3.6)

(51)Int.Cl.

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 5 H 1/24

H 0 5 H 1/24

4 G 0 7 5

B 0 1 J 19/08

B 0 1 J 19/08

H

K

審査請求 有 請求項の数4 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平11-235299

(22)出願日 平成11年8月23日(1999.8.23)

(71)出願人 591288056

パール工業株式会社

大阪府大阪市住之江区南加賀屋3丁目8番  
13号

(72)発明者 佐伯 登

大阪府大阪市住之江区南加賀屋3丁目8番  
13号 パール工業株式会社内

(72)発明者 後藤 公爾

大阪府大阪市住之江区南加賀屋3丁目8番  
13号 パール工業株式会社内

(74)代理人 100072338

弁理士 鈴江 孝一 (外1名)

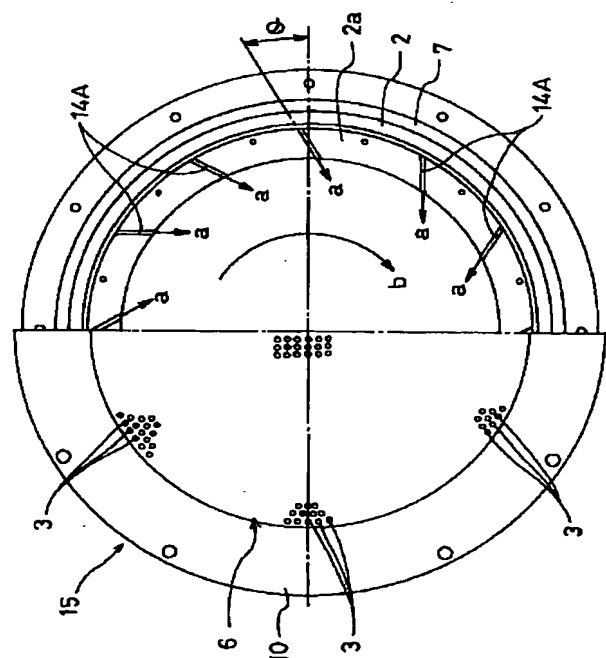
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 旋回流型大気圧プラズマ処理装置

(57)【要約】

【課題】 イオンや電子によるダメージを生じることなく、化学的に活性な中性励起種を最大限有効に活用して被処理物表面を高品質かつ効率よく、しかも、省電力、少ガス量のもとで経済性有利に全面均質に処理できるようにする。

【解決手段】 平板状の高圧電極1とパンチングメタル利用の接地電極6とを絶縁体5を挟んで対向配置して両電極1, 6間に微小間隙からなる放電部4を形成し、この放電部4に電極1, 6の外周部に形成した複数のスリット状ガス供給孔14A…を通して混合反応ガスを旋回流が形成されるように供給することにより、高周波電圧の印加に伴い発生されるグロー放電プラズマにより混合反応ガスを励起分解して化学的に活性な中性励起種を含むガス流を生成し、このガス流を接地電極6全面の多数のガス流噴出孔3…を通して放電部4の外に対向配置された被処理物の表面に照射させるように構成している。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 平板状の高圧電極とその全面に多数のガス流噴出孔を有する平板状の接地電極とを絶縁体を挟んで対向配置して両電極間に微小間隙からなる放電部が形成されていると共に、

上記平板状電極の外周部でその周方向に間隔を隔てた複数箇所には、上記放電部となる微小間隙に向けて不活性ガスと酸素またはフルオロカーボン系の含フッ素化合物ガスを含む反応性気体との混合反応ガスを大気圧もしくは大気圧近傍压力下で微小間隙内に旋回流が形成されるように噴出するスリット状ガス供給孔が設けられてなり、

上記両電極に高周波電圧を印加して放電部にグロー放電プラズマを発生させることにより微小間隙に供給された混合反応ガスを分解して化学的に活性な中性励起種を含むガス流を生成し、この化学的に活性な中性励起種を含むガス流を上記接地電極の多数のガス流噴出孔より噴出させることにより、上記放電部の外部に対向配置された被処理物の表面に照射させるように構成していることを特徴とする旋回流型大気圧プラズマ処理装置。

【請求項2】 上記平板状の両電極が円板形状であり、複数のスリット状ガス供給孔はそれらガス供給孔からのガス噴出方向が円板の中心を通る径方向に対して25～90°の傾き角を有するように形成されている請求項1に記載の旋回流型大気圧プラズマ処理装置。

【請求項3】 上記平板状の接地電極が、パンチングメタルから構成されている請求項1または2に記載の旋回流型大気圧プラズマ処理装置。

【請求項4】 上記高圧電極の内部には、上記複数のスリット状ガス供給孔に接続される反応ガス供給通路および冷却水ジャケットが設けられている請求項1、2または3に記載の旋回流型大気圧プラズマ処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は大気圧プラズマ処理装置に関するもので、詳しくは、一対の電極に高周波電圧を印加することでその放電部に発生されるグロー放電プラズマにより不活性ガスと酸素またはフルオロカーボン系の含フッ素化合物ガスを含む反応性気体との混合反応ガスを分解して化学的に活性な中性励起種を含むガス流を生成させ、このガス流によって、例えばポリエチレンやポリプロピレン、PTFE（ポリ四フッ化エチレン）などの撥水性を有する樹脂に塗料を塗布するとか水性インクで印刷を施す際にその表面を親水性に改質して濡れ性を向上したり、ガラス、セラミックス、金属、半導体等の疎水性表面を親水化したり、表面に付着した有機物を洗浄除去したりするなど被処理物の表面に各種処理を施す場合に用いられる大気圧プラズマ処理装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】上記のような表面改質や有機物洗浄等の表面処理に用いられるプラズマ処理装置として、従来一般的に知られているものの多くは、例えば特開平5-235541号公報や特開平6-119995号公報などに開示されているように、容器内に所定の間隔を隔てて互に対向状態に配置した平板状の高圧電極と接地電極との間の放電部に酸素等の放電用反応ガスを導入させて両電極に高周波電圧を印加することにより低圧グロー放電プラズマを発生させ、該プラズマにより生成される化学的に活性な中性励起種を含むガスによって両電極間、具体的には接地電極上に設置保持させた被処理物の表面を改質する等の表面処理を行なうように構成されていた。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、放電プラズマ及びこのプラズマにより生成され拡散されるガス流中には、被処理物表面の改質等の表面処理に最も有効な化学的に活性な中性励起種（粒子）の他に、イオンや電子などが含まれている。このイオンや電子も改質等の表面処理に有効であるけれども、両電極間に被処理物を設置して表面処理を行なう従来のプラズマ処理装置のように、プラズマ中に最も多く含まれているイオンや電子などが被処理物の表面に直接的に晒されるものでは、それに伴うダメージの方が大きい。すなわち、被処理物表面にイオンや電子などが直接的に晒されたり、局所的に集中して照射されると、被処理物の表面が不要にエッチングされたり、表面に電荷が滞留し、その滞留電荷の沿面放電によって被処理物表面が傷付けられたりするなど被処理物の物理的性質の破壊が生じやすく、イオンや電子による改質等の表面処理効果以上のマイナス効果を招くという問題がある。

【0004】一方、被処理物をプラズマに直接晒されない十分に離れた位置に配置し、プラズマ発生部で生成された化学的に活性な中性励起種を含むガス流をその生成箇所から離れた位置の被処理物にまで導いたうえ、表面に噴出させて処理する間接式プラズマ処理装置も従来から提案されている。しかし、この間接式プラズマ処理装置では、上述したようなイオンや電子によるダメージは生じないものの、生成されたガス流中で最も表面処理に有効な化学的に活性な中性励起種が被処理物に導かれる間に寿命に達して表面処理に必要な活性が損なわれ、その結果、所定の表面処理が不能、不完全になったり、あるいは、処理効率が大幅に低下したりするなどの問題がある。

【0005】本発明は上記のような実情に鑑みてなされたもので、イオンや電子によるダメージを生じることなく、化学的に活性な中性励起種を最大限有効に活用して被処理物表面を確実かつ効率よく処理することができ、しかも、電力消費量及びガス使用量をできるだけ少なくしながら全面均一に表面処理することができる旋回流型

大気圧プラズマ処理装置を提供することを目的としている。

#### 【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明に係る旋回流型大気圧プラズマ処理装置は、平板状の高圧電極と平板状でその全面に多数のガス流噴出孔を有する接地電極とを絶縁体を挟んで対向配置して両電極間に微小間隙からなる放電部が形成されていると共に、上記平板状電極の外周部でその周方向に間隔を隔てた複数箇所には、上記放電部となる微小間隙に向けて不活性ガスと酸素またはフロオロカーボン系の含フッ素化合物ガスを含む反応性気体との混合反応ガスを大気圧もしくは大気圧近傍圧力で微小間隙内に旋回流が形成されるように噴出するスリット状ガス供給孔が設けられてなり、上記両電極に高周波電圧を印加して放電部にグロー放電プラズマを発生させることにより微小間隙に供給された混合反応ガスを分解して化学的に活性な中性励起種を含むガス流を生成し、この化学的に活性な中性励起種を含むガス流を上記接地電極の多数のガス流噴出孔より噴出させることにより、上記放電部の外部に対向配置された被処理物の表面に照射させるように構成していることを特徴とするものである。なお、ここでいう不活性ガスとは、少なくともヘリウム、水素またはアルゴンが含まれるものとする。

【0007】上記構成の本発明によれば、平板状の高圧電極と接地電極とが微小間隙を隔てて対向配置されてなる放電部でのグロー放電プラズマの発生により生成される化学的に活性な中性励起種、イオン、電子を含むガス流を放電部の外部に対向配置された被処理物の表面に照射させることによって、プラズマ中に含まれているイオンや電子等に被処理物表面が直接的に晒されることに伴うダメージを十分に抑制しつつ、表面処理にとって最も有効な中性励起種をその活性が損なわれないうちに被処理物表面に照射させることが可能である。

【0008】また、混合反応ガスが平板状電極の外周部の周方向に間隔を隔てた複数箇所設けたスリット状ガス供給孔から微小間隙内に旋回流を形成するように噴出することにより、その混合反応ガスの微小間隙内の滞留時間を長くとれるとともに、放電部となる微小間隙内のガス分布及び圧力分布をほぼ均等にすることが可能となり、これによって、混合反応ガスの使用量及び放電プラズマ発生のための電力消費量をできるだけ節減しながらも、放電部の全域に亘りほぼ均一なプラズマを発生させて、化学的に活性な中性励起種を含むガス流を放電部の全域に安定よく生成することが可能である。

【0009】以上のように、イオンや電子などによるダメージを抑制しつつ高活性の中性励起種を被処理物の表面に照射することと、省電力、少ガス量下でグロー放電プラズマを放電部全域で安定よく発生させて放電部全域の広い範囲からはほぼ均質な中性励起種を含むガス流を噴

出させ得ることとの相乗作用によって、表面改質等の所定の表面処理を高品質に効率よく、かつ経済的行なうことができる。

【0010】上述のように動作する旋回流型大気圧プラズマ処理装置において、請求項2に記載のように、上記平板状の両電極を円板形状とするとともに、複数のスリット状ガス供給孔をそれらガス供給孔からのガス噴出方向が円板の中心を通る径方向に対し25〜90°の傾き角を有するように形成することにより、スリット状ガス供給孔の加工自体は容易としながら、旋回流を確実に形成させて微小間隙内での混合反応ガスの分布及び圧力分布の均等性を確保することが可能である。

【0011】また、上記構成の旋回流型大気圧プラズマ処理装置における接地電極としては、請求項3に記載のように、パンチングメタル、具体的には、ステンレスやアルミニウムなどの耐熱性および剛性に優れた金属板材料にパンチング加工を施したものを使用することが製作面、耐久性の面から最も好ましいが、それ以外に銅板にパンチング加工を施したものを使用してもよい。

【0012】さらに、上記構成の旋回流型大気圧プラズマ処理装置において、請求項4に記載のように、上記高圧電極の内部に上記複数のスリット状ガス供給孔に接続される反応ガス供給通路と冷却水ジャケットを設ける構成を採用することによって、電極部全体を構造簡単かつ薄型に構成しつつ、長時間に亘る連続表面処理時における電極の過熱を防いで所定の表面処理の効率向上と装置全体の耐久性の向上を図ることが可能である。

#### 【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面にもとづいて説明する。図1は本発明に係る旋回流型大気圧プラズマ処理装置の実施形態を示す半縦断正面図、図2はその半横断底面図、図3は図1の要部拡大縦断正面図である。

【0014】この実施形態における旋回流型大気圧プラズマ処理装置15は、円形平板状に形成された高圧電極1と、円形平板状でその全面に多数のガス流噴出孔3…がパンチング加工され上記高圧電極1との間に微小間隙からなる放電部4を形成するように薄い円環状絶縁体5を挟んで高圧電極1に対向配置されたステンレス製パンチングメタルなどの接地電極6と、上記高圧電極1の外径と等しい外径を有するとともにその内径側には放電部4となる微小間隙を確保するための肉薄環状部2aが段落状に形成され、上記高圧電極1の一方の表面に同芯状に当接固定された絶縁材からなる円環状の外側ガスリング2と、上記放電部4を除く高圧電極1の外周面部及び円環状ガスリング2の外周面部に配置された円筒状絶縁体7と、上記高圧電極1の他方の表面に当接された円環状の絶縁体8と、上記円筒状絶縁体7及び絶縁体8の全体を包囲するアルミニウム製などのカバーケーシング9とを備えている。

【0015】上記カバーケーシング9の一端側に固定されて円環状の外側ガスリング2の表面を覆うアルミニウム製などの円環状板部10の内端部分10aを上記円環状の外側ガスリング2の肉薄環状部2a側に折曲し、その端縁で上記パンチングメタルなどの接地電極6の外周部を上記肉薄環状部2aに押し付けることにより、この接地電極6の外周部を固定するとともに、上記円環状板部10及びカバーケーシング9により接地電極6を高圧電極1に対し電気的に隔離してアース接地させている。

【0016】上記高圧電極1の中実内部には、一端が放電部4を形成する側とは異なる側の表面に開口し、他端が上記外側ガスリング2に形成された環状溝11の一部に開口接続されてなり、一端開口部から大気圧下で供給される不活性ガスと酸素またはフルオロカーボン系の含フッ素化合物ガスを含む反応性気体との混合反応ガスを上記環状溝11内に導入する反応ガス供給通路12が貫通形成されているとともに、該反応ガス供給通路12を避けた箇所の中実内部には、冷却水ジャケット13が組込まれている。

【0017】上記円環状外側ガスリング2の円周方向に等間隔を隔てた複数の箇所には、図1及び図3に明示するように、上記環状溝11と放電部4となる微小間隙とを接続して、図2の矢印aのように、上記混合反応ガスを円形平板状電極1、6の中心を通る径方向に対して25〜90°の範囲、好ましくは30〜60°の傾き角 $\theta$ を有する状態で微小間隙の外周から内側に向けて噴出する複数のスリット状ガス供給孔14A…が形成されており、これら複数のスリット状ガス供給孔14A…から混合反応ガスを噴出させることにより、放電部4となる微小間隙内に矢印bで示すような旋回流を形成させるように構成している。

【0018】次に、上記のように構成された旋回流型大気圧プラズマ処理装置15の使用形態及び動作について説明する。被処理物の一例であるPTFEなどの樹脂シート材16を放電部4の外側に対向配置した状態で、大気圧もしくは大気圧近傍（弱減圧または弱加圧）圧力下で上記反応ガス供給通路12に混合反応ガスを供給すると、これら混合反応ガスは供給通路12を経て環状溝11に導入された後、円周方向に複数のスリット状ガス供給孔14A…を通して高圧電極1と接地電極6との間に形成される微小間隙からなる放電部4に上述した傾き角 $\theta$ をもって噴出されて放電部4に矢印bで示すような旋回流を形成することになり、その滞留時間を長く確保して放電部4の全域に亘ってほぼ等しいガス分布及び圧力分布が得られる。

【0019】このように、微小間隙内での混合反応ガスの分布及びその圧力分布がほぼ等しい条件下で上記高圧電極1に高周波電圧（10KHz〜500MHz）を印加することによって、上記放電部4の全域に亘って均一かつ安定よくグロー放電プラズマを発生させることが可

能であり、この安定よいグロー放電プラズマにより上記放電部4内にほぼ均等に分布された混合反応ガスが効率よく励起分解されてイオン、電子および化学的に活性な中性励起種を含む均質な反応性ガス流が生成される。このガス流を接地電極6に形成されている多数の噴出孔3…から噴出させて樹脂シート材16の表面に照射させることによって、該樹脂シート材16の表面を親水性に改質して樹脂シート材16に対する塗料やインクののり具合や接着性を著しく改善するなどの表面処理を適正に行なわせることが可能である。

【0020】ここで、被処理物の一例となる樹脂シート材16は放電部4の外側に対向設置されているので、プラズマに含まれているイオンや電子等が樹脂シート材16の表面に直接的に照射されることに伴うダメージを非常に少なくして樹脂シート材16の物理的性質の破壊を生じることなく、表面処理に最も有効な中性励起種をその活性が損なわれないうちに樹脂シート16の表面全域に照射させて所定の表面処理を確実に効果的に、かつ、効率よく行なうことが可能である。

【0021】また、高圧電極1の中実内部に反応ガス供給通路12および冷却水ジャケット13を組込んだ構成としているので、電極部構成が簡単かつ薄型となり、製作コスト低減及び装置のコンパクト化を図りつつ、長時間に亘って表面処理を行なう時の高圧電極1の過熱を防いで連続処理による効率向上を図ることができる。

【0022】なお、上記実施形態で説明したカバーケーシング9の上部に高周波電源（図示省略）と高圧電極1とのマッチングのための整合器を一体に組込んだ構成を採用してもよく、この場合は、整合器と電極1とを電気的にも物理的にも直付けすることが可能で、特に、高周波（100KHz以上）高電力使用態様での電力ロスを低減しプラズマ処理の効率化、安定化が図れるとともに、両者間に亘る接続用配線が外部に露出することによる他物との引掛りや電波漏洩などのトラブル発生を防止でき、かつ、装置全体を一層コンパクト化することが可能となる。

【0023】また、上記実施形態では、電極1、6を共に円板形状としたが、矩形平板状にしてもよい。矩形平板状とする場合は、矩形環状外側ガスリング2の周方向に等間隔を隔てて形成した複数のスリット状ガス供給孔から各辺に対して傾斜する方向に向けて混合反応ガスを噴出させることで、放電部となる微小間隙内にガス旋回流を形成させるようにすればよい。

【0024】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、高圧電極と接地電極とが対向配置されてなる放電部でのグロー放電プラズマの発生により生成される化学的に活性な中性励起種、イオン、電子を含むガス流を放電部の外側に対向配置された被処理物の表面に照射させて所定の表面処理を行なうようにしているため、プラズマ中に含まれ

ているイオンや電子等に被処理物表面が直接的に晒されることに伴うダメージを十分に抑制しつつ、表面処理に最も有効な中性励起種をその活性が損なわれないうちに被処理物表面に照射させることができる。その上、放電部となる微小間隙に噴出された混合反応ガスが旋回流でその滞留時間を長くとれるとともに、ガス分布及び圧力分布をほぼ均等にすることができるので、混合反応ガスの使用量及び放電プラズマ発生のための電力消費量をできるだけ節減しながらも、放電部の全域に亘りほぼ均一なプラズマを発生させて、化学的に活性な中性励起種を含むガス流を放電部の全域に安定よく生成することができる。これらの相乗作用によって、被処理物表面の全域を均質かつ効率よく、しかも経済性有利に改質等処理することができるという効果を奏する。

【0025】また、請求項2に記載のような構成を採用することにより、製作加工を容易なものとしつつ放電部となる微小間隙内での混合反応ガスの圧力分布の均等性を一層高め、放電部の全域に亘るプラズマ発生及びガス流の生成をより均一化、均質化して表面処理品質の向上を図ることができ、さらに、請求項4に記載のような構

\*成を採用することにより上記効果に加えて、長時間に亘って表面処理を行なう時の高压電極の過熱を防いで所定の表面処理を連続的に効率よく実行することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る旋回流型大気圧プラズマ処理装置の実施形態を示す縦断正面図である。

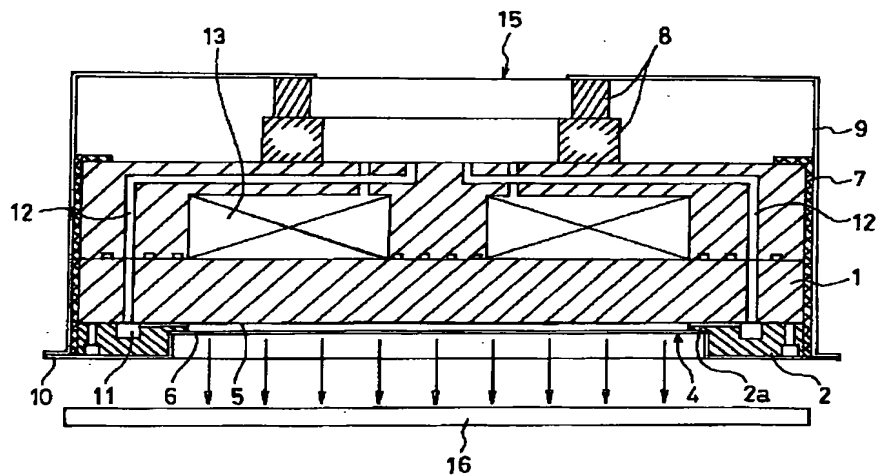
【図2】同上旋回流型大気圧プラズマ処理装置の半横断底面図である。

【図3】図1の要部の拡大縦断正面図である。

【符号の説明】

- 1 平板状高压電極
- 3 ガス流噴出孔
- 4 放電部（微小間隙）
- 5 絶縁体
- 6 平板状接地電極（パンチングメタル）
- 12 反応ガス供給通路
- 13 冷却水ジャケット
- 14A スリット状ガス供給孔
- 16 樹脂シート材（被処理物の一例）

【図1】



Fターム(参考) 4G075 AA22 AA25 BC04 BC06 BD03  
BD14 CA47 DA02 DA18 EA02  
EB41